



(D)

⑪  
⑫  
⑬  
⑭

# Offenlegungsschrift 29 27 260

Aktenzeichen: P 29 27 260.4  
Anmeldetag: 5. 7. 79  
Offenlegungstag: 28. 2. 80

⑯

Unionspriorität:

⑯ ⑯ ⑯

18. 8. 78 V.St.v.Amerika 934912

⑯

Bezeichnung: Xenon Lichtquelle

⑯

Anmelder: Dentsply International, York, Pa. (V.St.A.)

⑯

Vertreter: Wagner, K.H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑯

Erfinder: Gonser, Donald Ivan, York, Pa. (V.St.A.)

## P A T E N T A N S P R U C H E

1. Lichtquellen-Vorrichtung zur Lieferung einer im wesentlichen kontinuierlichen Strahlung innerhalb eines Bereichs von 300 bis 500 Nanometer an ein beschränktes Oberflächengebiet, gekennzeichnet durch
  - a) Lichtquellenmittel, die Xenon mit einem Druck von mehr als 3 Atmosphären und weniger als 10 Atmosphären enthalten, und mit einer Filteranordnung zum Wegschneiden von Wellenlängen unterhalb 300 Nanometern;
  - b) ein Gehäuse (43), um die Lichtquellenmittel zu enthalten und geeignet für in der Hand zu haltenden Betrieb;
  - c) Mittel zum Impulsbetrieb der Lichtquellenmittel und
  - d) Lichtlieferungsmittel (24) in Betriebsverbindung mit den Lichtquellenmitteln zur Lieferung von Strahlung innerhalb des Bereichs von den Lichtquellenmitteln an das eingeschränkte Oberflächengebiet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellenmittel (30) eine nicht umschlossene Bogenröhre aufweisen, die Xenon-Gas enthält, welches auf dem erwähnten Druck von 3 bis 10 Atmosphären gehalten wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Xenon-Druck ungefähr 4 Atmosphären beträgt.
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Filteranordnung eine Bandpaß-Charakteristik besitzt und Wellenlängen im Bereich von ungefähr 300 bis 500 Nanometer durchläßt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filteranordnung eine Bandpaß-Charakteristik besitzt und Wellenlängen innerhalb des Bereichs von ungefähr 400 bis 500 Nanometer durchläßt.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

030009/0631

ORIGINAL INSPECTED

die Liefermittel flexible optische Glasfasern aufweisen.

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Liefermittel ein flüssigkeitsabgestimmter Rohrleiter sind.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Liefermittel eine Lichtführung aus starrem Quarz sind.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Liefermittel eine Lichtführung aus flexiblen Quarzfasern sind.

10. Lichtquellen-Vorrichtung zur Erzeugung einer effizienten Emission ultravioletter und sichtbarer Strahlung, gekennzeichnet durch

- a) eine nicht umschlossene Xenon-Bogenröhre in Verbindung mit Mitteln zur Leistungsversorgung sowie Auslösung derselben, wobei die Röhre im wesentlichen ein Kontinuum von Wellenlängen über den Bereich von ungefähr 300 bis 500 Nanometer hinweg liefert und auf einem Druck von mindestens 3 und weniger als 10 Atmosphären gehalten wird,
- b) eine Filteranordnung zur Dämpfung von Wellenlängen unterhalb ungefähr 300 Nanometer und
- c) Gehäuse-Mittel zur Unterbringung der Röhre und der Filteranordnung.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch ein Handstück außerhalb der Gehäusemittel zur Lieferung von Licht an ein eingeschränktes Gebiet und Übertragungsmittel zur Übertragung des Lichts von der Röhre zum Handstück.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsmittel flexible optische Fasern aufweisen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsmittel einen Lichtleiter aufweisen.

14. Lichtquellen-Vorrichtung zur Erzeugung effizienter Strahlungsemision innerhalb des Wellenlängenbereiches von ungefähr 300 Nanometern bis 500 Nanometer, gekennzeichnet durch eine nicht eingeschränkte Bogenröhre, die ein Gas enthält, welches auf mindestens ungefähr 3 bis 4 Atmosphären und weniger als 10 Atmosphären gehalten wird, und gekennzeichnet dadurch, daß die Entladung der Röhre eine Strahlung erzeugt, die im wesentlichen kontinuierlich über den erwähnten Bereich hinweg verläuft und daß die Röhre Fenstermittel (46) für die Übertragung der Strahlung aufweist, und wobei die Fenstermittel Wellenlängen unterhalb ungefähr 300 Nanometer wegschneiden und wobei ferner Filtermittel in Ausrichtung mit dem Fenster angeordnet sind, um die durch das Fenster übertragene Strahlung optisch zu filtern, wobei die Filtermittel ein im hohen Bereich wegschneidendes Filter aufweisen, um Wellenlängen oberhalb eines vorbestimmten Wertes für Wellenlängen höher als 500 Nanometer zu dämpfen.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermittel ein im niedrigen Bereich wegschneidendes Filter aufweisen, um Wellenlängen unterhalb 300 Nanometer weiter zu dämpfen.

16. Lichtquellen-Vorrichtung zur Erzeugung effizienter Strahlungsemision innerhalb des Wellenlängenbereichs von ungefähr 300 Nanometer bis 500 Nanometer mit einer nicht umschlossenen Bogenröhre, die ein Gas enthält, welches auf mindestens ungefähr 3 bis 4 Atmosphären und weniger als 10 Atmosphären gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladung der Röhre Strahlung vorsieht, die im wesentlichen kontinuierlich über den Bereich hinweg verläuft, daß die Röhre Fenstermittel (46) aufweist, um die Strahlung

hindurchzuübertragen, wobei die Fenstermittel Wellenlängen unterhalb ungefähr 300 Nanometer wegschneiden und Lichtführungsmittel in Ausrichtung mit dem Fenster vorgesehen sind, um die Ausgangsgröße der Röhre längs eines vorbestimmten Führungspfades zu führen, und wobei Filtermittel ungefähr am Ende der Führungsmittel angeordnet sind, um die hindurchübertragene Strahlung optisch zu filtern, und wobei die Filtermittel ein hohe Anteile wegschneidendes Filter aufweisen, um Wellenlängen oberhalb etwa 500 Nanometer zu dämpfen.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermittel ein niedrige Teile wegschneidendes Filter aufweisen, um Wellenlängen unterhalb ungefähr 300 Nanometer weiter zu dämpfen.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtführungsmittel ein flexibles Glasfaserlichtrohr aufweisen.
19. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtführungsmittel ein flexibles Quarzfaserlichtrohr aufweisen.
20. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtführungsmittel ein flexibles abgestimmtes flüssigkeitsgefülltes Lichtrohr aufweisen.
21. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtführungsmittel ein starres Quarzlichtrohr aufweisen.
22. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtführungsmittel ein flexibles Kunststofflichtfaser-Lichtrohr aufweisen.

79-B-3553

D-100-2

DENTSPLY INTERNATIONAL  
York, Pennsylvania, U.S.A.

Xenon-Lichtquelle

Die Erfindung bezieht sich auf eine Xenon-Lichtquelle zur Lieferung von ultravioletten und sichtbaren Spektren. Allgemein bezieht sich die Erfindung auf gepulste Entladungslichtquellen, und zwar insbesondere auf gepulste Lichtquellen, die Lichtenergie im ultravioletten und/oder sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums in effizienter Weise liefern können und in der Lage sind, ein derartiges Lichtenergiespektrum an ein kleines Gebiet zu liefern.

Auf dem Gebiet der Medizin und Zahnmedizin besteht ein Interesse an der Verwendung von Lichtenergie in den ultravioletten und sichtbaren Bereichen sowohl als ein Behandlungssagens als auch zur Verwendung bei der Aktivierung der Polymerisation bestimmter Polymerisations-Zusammensetzungen, um so Splinte, Zahnabdichtmittel, dentale Füllmaterialien, wie dentale Klebemittel, zu erzeugen, und zwar für orthodontische Anwendungsfälle und dergleichen. Insbesondere zum Schutz der menschlichen Zähne, besonders bei Kindern, besteht eine wichtige Entwicklung darin, das Auftreten von Kavitäten oder

030009/0631

ORIGINAL INSPECTED

Karies dadurch zu verhindern, daß man ein flüssiges Harz aufbringt, welches in die Spalte in den occlusalen oder Beißoberflächen der Zähne eindringt, und welches zur Bildung eines zäh anhaftenden Überzugs polymerisiert werden kann. Die Ultraviolettstrahlung wurde in großem Umfang zur Aktivierung dieser Harzpolymerisation verwendet. Andere Anwendungsfälle für die Ultraviolett-Aktivierung der Harzpolymerisation bestehen bei Zahnfüllmaterialien bei der Zahnreparatur, bei Zementen oder Bindemitteln für orthodontische Anordnungen sowie bei Polymerisationsverfahren für Kronen- und Brückenprothesen.

Die derzeit verfügbaren Ultraviolett-Lampen zur Erzeugung von ultravioletter Lichtstrahlung für die Aktivierung und Aushärtung polymerisierbarer Flüssigkeitsüberzüge oder Abdichtmittel und dergleichen sind im allgemeinen recht geeignet für solche Verfahren, die keine große Eindringung in die polymerisierbare Materialmasse erforderlich machen.

Um für solche Anwendungsfälle geeignet zu sein, müßte ein ultraviolettes Licht hinreichend reich an solchen Wellenlängen sein, die für das Aushärten des in Rede stehenden Polymers am wirkungsvollsten sind. Andernfalls würde der Nachteil auftreten, daß das ultraviolette Licht für eine zu lange Zeitperiode gehalten werden müßte, was sowohl für den Patienten als auch den Benutzer unbequem wäre. In gleicher Weise besteht bei bekannten ultravioletten Lichtvorrichtungen die Tendenz, insbesondere bei Anordnung der Quelle in einem Handstück, eine unbequem werdende Menge an Wärme dann aufzubauen, wenn diese Vorrichtungen dazu verwendet würden, um Material auf eine hinreichende Tiefe hin auszuhärten, und zwar über eine Zeitperiode hinweg, die länger ist als normalerweise tolerierbar.

Die Grundursache für jedwede übermäßige Erwärmung bei Vorrichtungen des Standes der Technik ergibt sich aus der Tatsache, daß diese Vorrichtungen in einem relativ nicht ausreichendem Maße Emissionen bei den für die Polymerisation der

verwendeten Materialien erforderlichen Ultraviolet-Wellenlängen erzeugen, d. h. annähernd im Bereich zwischen 320 Nanometern und 390 Nanometern. Darüber hinaus machten die bislang verwendeten Vorrichtungen eine relativ lange Aufwärmzeit erforderlich, so daß die Tendenz besteht, eine hohe Schwellentemperatur zu erreichen, oder aber dabei benutzt zu werden, was eine Veränderung der brauchbaren Lebensdauer bedeutet. Zudem sind die bekannten Vorrichtungen durch einen unerwünscht hohen gesamten Ultravioletlicht-Ausgangsfluß bei einer einzigen Wellenlänge oder nicht mehr als einigen wenigen Wellenlängen für einen gegebenen Spektralbereich gekennzeichnet.

Es soll nunmehr eine Strahlungsquelle vorgesehen werden, die sowohl zur Aushärtung von durch sichtbare Strahlung aktivierten monomerischen Dentalmaterialien als auch für ultraviolet aktivierte Materialien geeignet ist. Der sichtbare Bereich der Wellenlängen liegt annähernd zwischen 400 und 800 Nanometern, wobei aber der primär interessierende Bereich ungefähr 400 bis ungefähr 500 Nanometer ist. Die durch sichtbares Licht aktivierte Materialien werden in effizienter Weise durch Licht im 400 bis 500 nm-Bereich ausgehärtet, und zudem ist es zweckmäßig, diese Wellenlängen oberhalb ungefähr 500 nm im wesentlichen zu dämpfen. Der Benutzer einer Lichtquelle mit großen Mengen an Strahlungsenergie im Wellenlängenbereich von 500 bis 700 nm ist einer Augenermüdung und dem Effekt des danach bestehenbleibenden Bildes ausgesetzt. Dadurch, daß man eine einen niedrigen Pegel aufweisende Ausgangsgröße im 500 bis 700 nm Wellenlängenbereich durchleitet, kann der Benutzer eine kleine Lichtmenge sehen, um so in der Lage zu sein, die Strahlung genau auf das beabsichtigte Ziel zu leiten. Demgemäß ist es unabhängig davon, ob das Reparaturmaterial durch sichtbares Licht ausgehärtet wird oder nicht zweckmäßig, eine Lichtkomponente mit niedrigem Pegel im mittleren und außerordentlich sichtbaren Bereich vorzusehen, d. h. zwischen 500 bis 700 nm.

Zur Aushärtung von Materialien, die auf sichtbares Licht an-

sprechen, ist es zweckmäßig, eine hohe Ausgangsgröße zu besitzen (annähernd  $> 70 \text{ mW/cm}^2$  bei Berührung und 400 bis 500 nm). Es sei bemerkt, daß Wellenlängen in diesem niedrigen sichtbaren Bereich tiefer in das Reparaturmaterial eindringen können, als die Ultravioletten Wellenlängen. Zudem können die sichtbaren Wellenlängen in die Zahnstruktur eindringen, während die Ultraviolett-Wellenlängen stärker gedämpft werden. Es besteht somit eine echte Verwendung für den niedrigen sichtbaren Teil des Spektrums.

Zusammenfassung der Erfindung. Das Hauptziel der Erfindung besteht darin, eine Lichtquelle vorzusehen, die in den gewünschten Wellenlängenbereichen ultravioletten und nahe sichtbarer Emissionen für die Polymerisation von Zahnergänzungs- und Abdicht-Materialien außerordentlich wirkungsvoll ist, um so das schnelle Aushärten dieser Materialien mit einer niedrigeren Gesamtausgangsleistung zu erzeugen.

Ferner bezweckt die Erfindung, eine Vorrichtung vorzusehen, die eine effiziente Emission des ultravioletten und/oder niedrigen sichtbaren Lichtes vorsieht, welches durch eine Lichtübertragungs- und Fokussier-Vorrichtung projiziert wird, um so Licht an ein kleines Gebiet oder eine Fläche an einer eingeschränkten Stelle zu liefern. Die Erfindung bezweckt ferner, eine Lichtquelle vorzusehen, die in der Hand gehalten werden kann und eine optimale Leistungsmenge bei Wellenlängen liefert, die größer sind als ungefähr 320 Nanometer, und zwar in Kombination mit einer Strahlungsführung, um unerwünschte Wellenlängen weiter zu dämpfen. Ferner bezweckt die Erfindung eine Vorrichtung zur selektiven Lieferung von Ultraviolet-Strahlung und/oder niedrigem sichtbaren Licht vorzusehen, wobei diese Vorrichtung gekennzeichnet ist durch einen hohen Emissionswirkungsgrad in den nahen Ultravioletten und den niedrigen sichtbaren Wellenlängenbereichen, wobei ferner eine minimale Wärmemenge infolge des erhöhten Betriebswirkungsgrads erzeugt wird, und Emissionen mit unerwünschten Wellenlängen eliminiert werden. Ferner bezweckt die Erfindung ein kleines Handstück vorzusehen, welches in effizienter Weise Energie mit nahe ultravioletten und/oder niedrigen sichtbaren

-8-  
9  
2927260

Wellenlängen erzeugt, und wobei das Handstück ferner mit sehr geringer Wärme sowie minimaler sichtbarer Strahlung im 500 bis 700 nm Bereich betrieben werden kann.

Gemäß den obengenannten Zielen sieht die Erfindung eine Lichtquellen-Vorrichtung vor, die einen leichtgewichtigen Aufbau, geeignet für Handbetrieb besitzt und eine nicht eingeschlossene Xenon-Bogen-Rohrlichtquelle aufweist, und zwar in Betriebsverbindung mit Lichtlieferungsmitteln, um die ultraviolette Strahlung und/oder das niedrige sichtbare Licht an eine eingeschränkte Stelle zu liefern, und wobei die Vorrichtung ferner eine Schaltung aufweist, um die Lichtquelle bei vorgewählten Spannungen und Strömen impulsartig zu betätigen, um so eine reiche Quelle naher Ultraviolettstrahlung und einen gewünschten Pegel niedrigen sichtbaren Lichts zu erzeugen. Die Röhre wird oberhalb 3 Atmosphären Druck, optimal bei ungefähr 4 Atmosphären, betrieben und die Strahlungsenergie ist begrenzt auf Wellenlängen von größer als 300 bis 320 Nanometer. Optische Filter sind in der optischen Bahn angeordnet, um den Wellenlängenbereich auf ungefähr 300 bis 400 (nur UV), 400 bis 500 (nur niedriger sichtbarer Bereich) oder 300 bis 500 (UV und niedriger sichtbarer Bereich) zu begrenzen. Das Handstück ist mit einer Strahlungsführung ausgerüstet, die eine weitere Dämpfung unerwünschter Wellenlängen vorsieht. In einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die Lichtquelle mit der Leistungversorgung gesondert vom Handstück in einem Gehäuse untergebracht, und die Lichtstrahlung wird mit dem Handstück durch flexible Lichtfasern oder Leiter verbunden, oder aber durch eine andere Art eines flexiblen lichtleitenden flüssigkeitsgefüllten Rohres oder Schlauches.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich insbesondere aus den Ansprüchen sowie aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung; in der Zeichnung zeigt:

wird, wie beispielsweise bei der Konfiguration subatmosphärischer Röhren, die von der Firma EG + G in Salem, Massachusetts, U.S.A. hergestellt werden. Die typische Lampenröhre verwendet eine Anzahl von Trigger- aus Auslöseelektroden 33 (vgl. Fig. 2) zum Zwecke des Einleitens des Hauptbogens für jeden gepulsten Lichtblitz, wobei die Triggerelektroden dabei helfen, den Hauptbogen zu stabilisieren und auszulösen, und die Xenonbögen bezüglich Position und Kontinuität beibehalten. Die nicht umschlossene oder nicht eingeschränkte Bogenblitzröhre der Erfindung enthält ein Paar von mit dichtem Abstand angeordneten Elektroden 31, und zwar Anode bzw. Kathode, zwischen denen sich die Hauptbögen ausbilden. Eine nicht umschlossene Bogenblitzröhre dieses Aufbaus gestattet einen Bogen, der bis hinab zu 1/8 Zoll klein sein kann (oder aber noch kleiner), was eine ausgezeichnete Bogenplasmagröße ist, um einen hohen Prozentsatz der gesamten erzeugten Lichtmenge an den Lichtstab 24 oder den Lichtleiter 203 zu liefern, ohne daß spezielle Reflektoren und Fokussiervorrichtungen erforderlich sind. Die Umhüllung der Röhre 30 ist in geeigneter Weise aus Metall mit einem Glasfenster, wie beispielsweise CORNING 0080 hergestellt, welches unerwünschte Lichtemissionen bei Wellenlängen unterhalb 300 bis 320 Nanometer wegschneidet.

Typischerweise besitzt die superatmosphärische nicht umschlossene Bogen-Blitzröhre gemäß der Erfindung den folgenden Spektral-Wirkungsgrad für Wellenlängen oberhalb 320 nm:

Wellenlänge		% Emission	
320 nm	-	500 nm	38,5 %
500 nm	-	700 nm	26,9 %
700 nm	-	900 nm	20,0 %
900 nm	-	11000 nm	14,6 %
320 nm	-	11000 nm	100,0 %.

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer in der Hand zu haltenden Lichtquelle in Verbindung mit einer Leistungsversorgung sowie der Pulszeitsteuerschaltung verbunden mit der in der Hand zu haltenden Vorrichtung über eine Verbindung;

Fig. 2 einen Querschnitt des Teils 23 der in der Hand zu haltenden Lichtquelle, wobei die Beziehung der Lichtquelle mit dem Lichtleiter dargestellt ist, der die Ultraviolettstrahlung liefert;

Fig. 3 eine schematische Explosionsansicht der in der Hand zu haltenden Vorrichtung, wobei die Anordnung der optischen Filter zum Erhalt des gewünschten Spektralbereichs dargestellt sind;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Systems unter Verwendung der erfindungsgemäßen Lichtquellenvorrichtung und unter Verwendung eines Lichtleiters zwischen der Quelle und dem Handstück.

Es seien nunmehr bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Handstückvorrichtung in perspektivischer Ansicht zusammen mit einer gesonderten Leistungsquelle. Eine in der Hand zu haltende Vorrichtung 20 in der Form einer Pistole weist einen Handgriff 22 und das Lichtquellengehäuse 23 auf. Der Handgriff 22 enthält einen in geeigneter Weise angeordneten Knopf 26, der einen nicht gezeigten elektrischen Schalter betätigt, um die Entladung elektrischer Energie zum Pulsbetrieb der Lichtquelle auszulösen.

Eine Lichterzeugungsrohre 30 von zylindrischer Geometrie ist innerhalb der inneren zylindrischen Oberfläche des Metallgehäuses 23 enthalten, wie man dies in den Figuren 1 und 2 erkennt. Die Lichterzeugungsrohre 30 ist eine nicht eingeschlossene Xenon-Bogen-Blitzröhre, deren Xenon-Gasdruck auf einem hohen Druck, beispielsweise mehr als einer Atmosphäre, gehalten wird. Der Ausdruck "nicht eingeschlossen" bedeutet, daß der Xenon-Bogen nicht durch eine Glasumhüllung umschlossen ist, sondern vielmehr frei zwischen den Elektroden ausgebildet.

12  
- 8 -

Im Gegensatz dazu besitzt eine typische subatmosphärische umschlossene Bogenblitzröhre den folgenden Spektral-Wirkungsgrad:

<u>Wellenlänge</u>	<u>% Emission</u>
320 nm - 500 nm	11,3 %
500 nm - 700 nm	12,8 %
700 nm - 900 nm	13,1 %
900 nm - 1 000 nm	14,7 %
<u>1 100 nm - 11 000 nm</u>	<u>48,1 %</u>
320 nm - 11 000 nm	100,0 %

Aus Obenstehendem ergibt sich, daß die nicht umschlossene Bogenröhre der Erfindung eine viel größere Ausgangsgröße im gewünschten Bereich von 320 bis 500 nm erzeugt. Da die Farbtemperaturen für die superatmosphärische nicht umschlossene Bogenröhre zu den kürzeren Wellenlängen hin verschoben wird, tritt eine wesentlich geringere Röhrenerwärmung auf (die am wirkungsvollsten erwärmenden Wellenlängen, nämlich das Infrarot, liegen im Bereich von 900 nm - 11 000 nm). Dieser geringe Erwärmungspegel ist natürlich ein außerordentlich erwünschtes Merkmal für den beabsichtigten Dental-Verwendungszweck der Vorrichtung.

Das bevorzugte in der nicht umschlossenen Bogenröhre der Erfindung verwendete Gas ist Xenon. Die Xenon-Röhre ist dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Bogen-Farbtemperatur im Bereich von 24 000 °K besitzt und ein substantielles Ausgangskontinuum durch den Spektral-Bereich von 300 nm bis 500 nm hinweg erzeugt. Dies steht im Gegensatz zu der typischen bekannten Lichtquelle, die beispielsweise einen hohen Prozentsatz ihrer Ausgangsenergie bei Spitzen über den folgenden Wellenlängen konzentriert: 313, 334, 365, 404,5 und 435,8 Nanometer. Andere bekannte Quellen, wie beispielsweise Quecksilberdampfquellen sind Linienquellen und erzeugen kein Energiekontinuum über den brauchbaren Spektralbereich hinweg. Wolfram-Lampenquellen erzeugen ein Kontinuum über den gewünschten Wellenlängenbereich hinweg, sind aber dadurch

gekennzeichnet, daß sie eine unerwünscht hohe Ausgangsgröße im Infrarot-Bereich besitzen, der teilweise aus der Ausgangsgröße entfernt werden muß, was zu teuren wärmeabsorbierenden und dichroischen Filtern führt. Typischerweise besitzen diese Lampen eine sehr kurze Lebensdauer und müssen bei relativ hohen Farbtemperaturen betrieben werden, um eine hohe UV- und niedrige sichtbare-Ausgangsgröße (300 bis 500 Nanometer) zu erhalten. Typischerweise muß die Farbtemperatur bei ungefähr  $3400^{\circ}\text{K}$  liegen und die Lampen-Lebensdauer liegt im Bereich zwischen 10 und 25 Stunden. Nicht eingeschlossene Xenon-Bögen besitzen eine Lebensdauer von 260 Stunden, machen keine Infrarot-Filterung erforderlich und arbeiten bei einer Farbtemperatur von  $24\,000^{\circ}\text{K}$ . Für die einleitend diskutierten Anwendungsfälle ist es wichtig, daß die Lichtquelle eine Ausgangsgröße erzeugt, die im wesentlichen kontinuierlich über den gewünschten Bereich hinweg verläuft, d. h. es ist wichtig, daß die Ausgangsgröße nicht zu einem hohen Prozentsatz in einem oder mehreren schmalen Spitzen konzentriert ist, sondern vielmehr in vernünftiger Weise gleichförmig über den gesamten Bereich hinweg ausgebrettet ist. Die erfindungsgemäße Xenon-Röhre sieht gerade eine solche Charakteristik vor, was ein schnelleres Aushärten mit einer geringeren Energie pro Wellenlänge in der Lampenausgangsgröße über das erforderliche Spektrum hinweg gestattet. Beispielsweise hat die Verwendung der erfindungsgemäßen Quelle eine doppelt so wirkungsvolle Aushärtung wie eine bekannte Vorrichtung gestattet, wobei der erhöhte Wirkungsgrad mit einer geringeren Gesamtemissionsenergie erreicht wird.

Wenn hier das bevorzugte Gas als Xenon beschrieben wird, so ist darauf hinzuweisen, daß das Gas Anteile anderer Elemente, wie beispielsweise Krypton, Argon, Neon oder Helium-Mischungen enthalten kann. Die gewünschte Charakteristik des Gases besteht darin, daß es die höhere Farbtemperatur besitzt und im wesentlichen ein Ausgangskontinuum, wie oben beschrieben.

In Versuchen wurde demonstriert, daß dann, wenn der Xenon-Gasdruck in der Röhre erhöht wird, der Lichtausgangspegel beträchtlich für die gleiche elektrische Energieeingangsgröße erhöht wird. Beispielsweise wurde bei Verwendung dieser Röhre zum Aushärten eine Abdichtmittel-Probe von einer gegebenen Dicke einer Zeitperiode von 10 Minuten mit einer Blitz-Wiederholfrequenz von 60 Impulsen pro Sekunde benötigt, wenn der Xenon-Gasdruck gleich dem atmosphärischen Druck war. Eine Erhöhung des Xenon-Gasdruckes auf 3 Atmosphären unter Verwendung der gleichen Wiederholfrequenz und Pulslänge ermöglichte die Aushärtung der Probe von gleicher Dicke in 2 Minuten. Andere Untersuchungen haben gezeigt, daß mit weiter erhöhten Drücken ein zusätzlich erhöhter Aushärtwirkungsgrad für ultraviolettes und niedriges sichtbares Licht erhalten wird. In der Praxis hat sich ein Druck von 4 Atmosphären als optimal herausgestellt. Der Bereich von 3 bis 10 Atmosphären ist für den Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung zweckmäßig.

Spezielle Untersuchungen wurden an der schnell gepulsten Xenon-Vorrichtung der Erfindung vorgenommen, um Daten zu ermitteln, welche die einzigartige Optimierung veranschaulichen, die durch Betrieb bei einem Gasdruck von 3 Atmosphären oder mehr erhalten wird. Bei den Versuchen wurde die Leistungseingangsgröße zur Bogenröhre konstant gehalten, und die ultravioletten und niedrigen sichtbaren Ausgangsvariationen wurden gemessen, abhängig von Veränderungen von nur dem Xenon-Druck. Bei Erhöhung des Xenon-Druckes von 3 auf 4 Atmosphären ergab sich ein hoher Anstieg der Leistungsausgangsgröße innerhalb des 300 bis 500 nm Bereichs durch einen Faktor von fast 2. Gesteuerte Xenon-Druckerhöhungen oberhalb 4 Atmosphären erzeugten Erhöhungen in der Ausgangsgröße für den gleichen Bereich von annähernd 10 % pro Atmosphäre. Somit gibt die Erhöhung des Drucks oberhalb 3 Atmosphären ein unerwartetes Ergebnis hinsichtlich der Ausgangsgröße in dem gewünschten Wellenlängenbereich. Der Betrieb um 4 Atmosphären herum ist optimal, da die sich ergebenden

relativ geringen Erhöhungen in der Ausgangsgröße bei größeren Drücken von einer Betriebsinstabilität begleitet sind.

Darüber hinaus wird bei höheren Drücken der Sicherheitsbereich des die Röhre umschließenden optischen Fensters gegenüber Bruch auf unannehbare Niveaus reduziert. Zusammenfassend ergibt sich somit, daß der Betrieb oberhalb 3 Atmosphären einen in einzigartiger Weise vorteilhaften Betrieb für die Vorrichtung der Erfindung gestattet, wo Wellenlängen unterhalb 300 nm weggeschnitten werden, und diejenigen zwischen 300 und 500 nm verwendet werden. Bei gerade 3 Atmosphären ist die ultraviolette und niedrige sichtbare Leistung, die für Dentalzwecke verfügbar ist (beispielsweise zum Aushärten von Reparatur- und Abdichtmaterialien) nicht ausreichend; bei 4 Atmosphären ist die gesamte zur Durchführung der Aushärt-Operation in der gewünschten Zeit erforderliche Leistung verfügbar.

Der Lichtleiter 24 - vgl. Figuren 1 und 2 - ist koaxial im Gehäuseglied 23 befestigt und steht in Betriebsbeziehung mit der Lichterzeugungsquelle 30 derart, daß der Hauptbogen zwischen den Elektroden 31 unmittelbar vor der inneren Endoberfläche 24S des Lichtleiters 24 positioniert ist. Auf diese Weise ergibt sich eine effiziente Sammlung des emittierten ultravioletten und niedrigen sichtbaren Lichts in Leiter 24. Wie man in Fig. 4 erkennt, besitzt der Leiter 24 ein gekrümmtes oder kurvenförmiges Ende und kann mit einem Fokussierstück 25 ausgestattet sein, um das emittierte Licht auf die gewünschte Zahnoberfläche zu fokussieren. Eine Lichtfilter-Anordnung 27 kann zwischen der Quelle 30 und dem Leiter 24 angeordnet sein, wie dies im einzelnen in Verbindung mit Fig. 3 erläutert wird. Der Leiter 24 ist zweckmäßigerweise ein Quarzstab.

Der größte Teil der Impulserzeugungs-Schaltung ist in dem Gehäuse 39 (vgl. Fig. 1) enthalten, welches über ein koaxiales Übertragungskabel 40 mit der Pistolenvorrichtung 20 verbunden ist. Die Schaltung im Gehäuse 39 sieht die Blitz-Entladungsenergie für die Lampe 30 vor. Zusätzlich sind Impulssignale mit den Röhren-Sockelklemmen 32 verbunden. Die erzeugten

Trigger- oder Auslöseimpulse besitzen eine schnelle Anstiegszeit von weniger als ungefähr zwei Mikrosekunden und erzeugen den Startbogen, der den Hauptentladungsbogen einleitet. Demgemäß ist es zweckmäßig, eine Verbindung mit niedriger Induktivität und niedrigem Widerstandswert zwischen der Entladungsschaltung und den Röhrenentladungselektroden zu besitzen. Dies kann durch Verwendung des Koaxialkabels 40 erreicht werden. Es wurde festgestellt, daß der Unterschied zwischen der Verwendung einer üblichen Doppelleiterverbindung und dem Koaxialleiter beträchtlich ist, wobei der Koaxialleiter eine wesentlich niedrigere Schaltungsinduktivität erzeugt. Wenn man die Erhöhung der Anstiegszeit der Hochfrequenzimpulse infolge der Übertragungsinduktivität gestattet, so wird beim Impulsbetrieb die sich ergebende Lichtenergie-Ausgangsgröße von der Röhre beträchtlich vermindert. Versuche haben gezeigt, daß der Prozentsatz der Energieentladung durch die Röhre während eines Blitzes, d. h. der Prozentsatz, der in Licht umgewandelt ist, ungefähr dreimal so groß wie bei Verwendung einer Koaxialleitung ist.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer optischen Filteranordnung zur Erzeugung des gewünschten Spektralbereichs der Strahlungswellenlängen. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist die Xenon-Röhrenlichtquelle innerhalb des Handstücks, wie in Fig. 1 gezeigt, angeordnet. Das Metallröhrengehäuse 43 der Röhre 30 trägt eine Röhrenbasis 42, in der Röhrenstifte 32 befestigt sind. Die Röhrenstifte 32 sind mit Elektroden 31 verbunden. Eine Metallwärmefalle oder ein thermischer Radiator 44 befindet sich in thermischem Kontakt mit dem Röhrengehäuse 43. Das Ende des Röhrengehäuses 43 bildet eine Öffnung, die durch ein glasoptisches Fenster 46 ausgefüllt ist. Dieses Fenster besteht zweckmäßigerweise aus optischem Glas der Corning-Type 0080 und schneidet Wellenlängen unterhalb ungefähr 300 nm weg. Außerhalb des Gehäuses und des Fensters befindet sich ein akustisch isoliertes Kissen 47, zweckmäßigerweise aus Silikon-Gummi. An der Außenseite des isolierten Kissens 47 ist eine Aluminium-Unterlegscheibe 48 angeordnet. An der Außenseite der Scheibe

48 befinden sich zwei optische Filter 49 und 51, die an ihrem Platz durch eine geeignete nicht gezeigte Filterhalterung gehalten werden. Es sind zwei solche Filter dargestellt, obwohl auch nur der eine oder andere Filter, wenn gewünscht, verwendet werden kann. Das Vorsehen von zwei Filtern gestattet jedoch die Auswahl der Quelle derart, daß entweder der Ultra-violett-Bereich, der niedrige sichtbare Bereich oder eine Kombination aus ultraviolettem und niedrigem sichtbaren Bereich vorgesehen wird. In dichter Nachbarschaft zu den zwei optischen Filtern ist die Strahlungsführung 24 angeordnet, die zweckmäßigerweise ein Quarzylinder von annähernd 10 Millimeter Durchmesser ist. Diese Führung wird an ihrem Platz durch Glied 53 gehalten, wie dies dargestellt ist.

Zum Erhalt eines Spektrums von nur ultravioletter Strahlung, kann das Filter 49 ein Filter der Type UG-12 sein, d. h. ein Bandpaßfilter, welches ungefähr 300 bis 400 nm durchläßt, während das Filter 51 ein Filter der Type UV-34 ist, nämlich ein Filter mit scharfem Abfall, welches Wellenlängen unterhalb etwa 340 nm wegschneidet.

Um nur sichtbare Strahlung hindurchzulassen, ist das Filter 49 zweckmäßiger ein Filter der Type L-42, welches Wellenlängen oberhalb ungefähr 420 nm durchläßt, wohingegen Filter 51 ein Filter der Type B-380 ist, nämlich ein Bandpaßfilter, welches ungefähr 300 bis 480 nm durchläßt.

Um ein Spektrum mit sowohl ultraviolettem als auch niedrig sichtbarem Strahlungsbereich zu erhalten, kann das Filter 49 ein solches der Type B-380 sein, wobei das Filter 51 zur Type UV-34 gehört.

Alternativ kann allein das ultraviolette Spektrum erhalten werden durch eine Kombination des WG-335-Type Filters mit scharfem Abfall, welches die Wellenlängen unterhalb 335 nm abschneidet und zwar zusammen mit dem UG-12-Type Ultra-violett-Bandpaßfilter.

Für jede der obigen Kombinationen wird zusammen mit den Abschneideigenschaften des Corning 0080-Glasfensters eine sehr gute Bandpaß-Charakteristik für den gewünschten Bereich erhalten.

Die Strahlungsführung oder Stange 24 - vgl. Fig. 3 - kann gemäß dem gewünschten Spektralbereich gewählt werden. Um gerade das niedrige sichtbare Licht, d. h. ungefähr 400 bis 500 nm, vorzusehen, ist die Führung 24 vorzugsweise ein Bündel von optischen Glasfasern. Bestimmte optische Glasfasern in Verbindung mit den oben beschriebenen optischen Filtern sind effizient für die Dämpfung von Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Bereich von 400 bis 500 nm, so daß der Benutzer nur die sehr weiche blaue Lichtprojektion sieht, was das ordnungsgemäße Zielen des Handstücks auf das Zielgebiet gestattet, ohne daß längere Wellenlängen übertragen werden, die Ermüdung sowie Nach-Bild-Probleme hervorrufen. Für nur ultraviolette Strahlung ist die Führung 24 entweder Quarz, Quarzfaser oder ein flüssigkeitsgefüllter abgestimmter Leiter, und zwar abgestimmt auf die Mitte des Ultraviolettbereichs. Für einen gewünschten Bereich, der sowohl das ultraviolette als auch das niedrige sichtbare Spektrum umfaßt, ist eine Quarzstange, Quarzfaser oder Glasfaser geeignet.

Figur 4 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Leistungsversorgung und die gesamte elektronische Schaltung in einem externen Gehäuse 201 zusammen mit Lichtquelle und Filteranordnung untergebracht. Somit werden bei diesem Ausführungsbeispiel die Lichtimpulse extern zu der tatsächlichen in der Hand zu haltenden Vorrichtung erzeugt, die die aushärtenden Lichtimpulse an die Zahnoberfläche liefert. Die Verbindung zwischen dem Gehäuse 201 und der in der Hand zu haltenden Liefervorrichtung 20 ist ein Lichtleiter oder eine Lichtführung 203.

Derartige Lichtleiter oder Lichtführungen sind im Handel verfügbar und gehören entweder zur faseroptischen Bauart oder zur flüssigkeitsgefüllten Rohrbauart. Bei dieser Anordnung kann das Handstück 20 sehr klein sein und in der Tat Bleistiftgröße aufweisen. Es entstehen dabei keine Wärme-probleme im Handstück selbst, da dieses einfach als ein Leiter für das Licht dient, welches an einem externen Punkt erzeugt wird. Natürlich wird bei diesem Ausführungsbeispiel die Ausgangsgröße der Quelle innerhalb des Gehäuses 201 derart eingestellt, daß die Dämpfung des Lichts bei der Übertragung durch den Leiter 203 zum Handstück berücksichtigt wird. Die Dämpfung der Wellenlängen außerhalb des gewünschten Bereichs ist zweckmäßig, um die Spitze 25 so kühl wie möglich zu halten. Die flüssigkeitsgefüllten Lichtführungen oder Leiter können wellenlängen- oder bandpaß-selektiv gemacht werden, um so die gewählte Filteranordnung zu komplementieren. Entsprechende Änderungen in der Leistungsversorgungsspannung und anderen Schaltungsparametern können im Rahmen der Technik vorgenommen werden.

Die beschriebene UV- und niedriges sichtbares Licht liefernde Lichtquellenvorrichtung besitzt große Vorteile gegenüber dem Stand der Technik bei der Erzeugung von Leistung im Bereich von 300 bis 500 nm. Sobald der Druck des Xenons von 3 Atmosphären aus erhöht wird, ergibt sich eine beträchtliche Erhöhung der innerhalb dieses Bereichs gelieferten Leistung; da der größte Anstieg bis zu und um 4 Atmosphären herum beobachtet wird, verlangt die optimale Auslegung der erfindungsgemäßen Vorrichtung einen Druck von mehr als 3 bis zu ungefähr 4 Atmosphären herum. Die erhöhte Leistung in dem gewünschten Bereich wird jedoch bis zu einem Druck von 10 Atmosphären beobachtet. Wie zuvor erwähnt, ist wahrscheinlich für die beschriebene Vorrichtung der Betrieb bei den höheren Drücken weniger stabil und es besteht eine größere Gefahr für den Bruch des Glasfensters.

Es kann jedoch ein stärkeres Fenster (mit der gleichen Wegschneid-Charakteristik) verwendet werden, und die Vorrichtung kann in zweckmäßiger Weise bei höheren Drücken verwendet werden, für Anwendungsfälle, wo eine größere Leistung in einem der Bereiche von 300 bis 400, 400 bis 500 oder 300 bis 500 nm erforderlich ist.

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen kann die Erfindung ein flexibles Kunststoff-Lichtfaser-Lichtrohr als Führung 24 zur Lieferung an das Ziel verwenden. Flexible Kunststoff-Fasern haben bestimmte Eigenschaften, einschließlich niedriger Kosten, die sie für diese Anwendung attraktiv machen. Es sei ebenfalls bemerkt, daß die Filteranordnung am Ausgangsende des Lichtrohr angeordnet sein kann. Die Anordnung des Filters oder der Filter am Ausgangsende bietet einen verminderten optischen Verlust für die interessierenden Wellenlängen, d. h. 300 bis 500 Nanometer. Bei der Handstückausbildung gemäß Fig. 4 ist das Filter 60 in zweckmäßiger Weise unmittelbar vor der Spitze 25 angeordnet. Filter 60 besteht aus einer Scheibe von ungefähr 6 mm Durchmesser und ungefähr 1 mm Dicke.

Zusammenfassung der Erfindung. Die Erfindung sieht eine in der Hand zu haltende Lampe vor, bei der eine Lichtquelle vorgesehen ist, die eine nicht umschlossene Xenon-Bogenröhre mit schneller Impulsfolge aufweist, und wobei der Xenon-Gasdruck mehr als 3 Atmosphären beträgt, um so eine wählbare spektrale Ausgangsgröße von ultravioletten, sichtbaren oder ultravioletten und sichtbaren Wellenlängen zu erzeugen. Die Lampe enthält eine Strahlungsführung, um das erzeugte Licht zu leiten, wobei die Spitze kühl gehalten wird, damit eine effektive Verwendung bei dem Aushärten von Zahnreparaturmaterialien möglich ist. Die Lampe kann in der Leistungsversorgung untergebracht sein und das Licht wird über einen flexiblen Lichtleiter geliefert.

-21-  
Leerseite

- 23 -

2927260

Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

29 27 260  
A 61 N 5/06  
5. Juli 1979  
28. Februar 1980

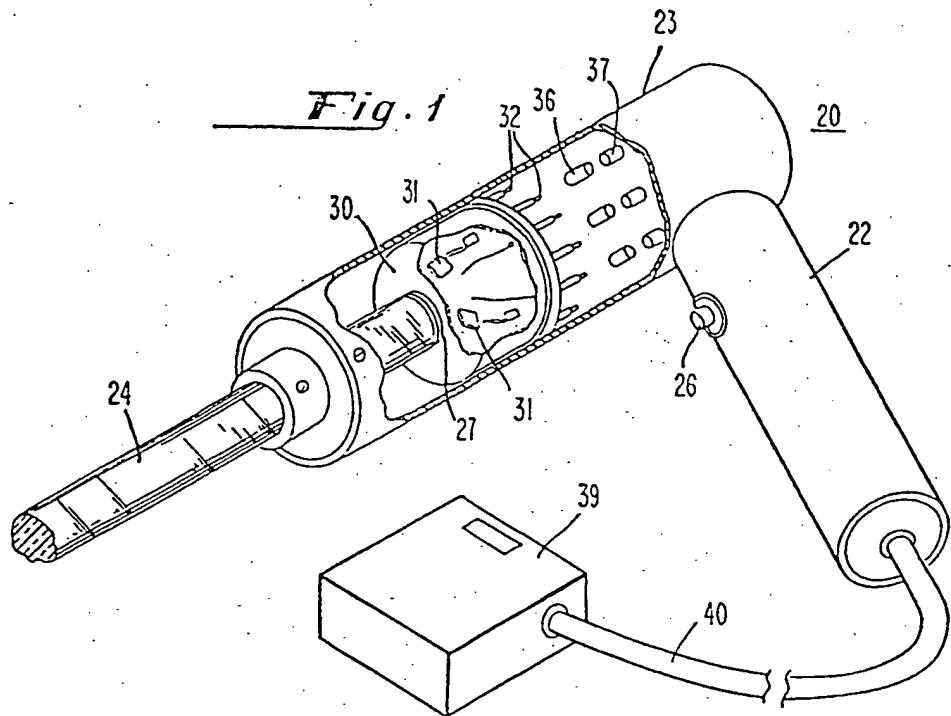
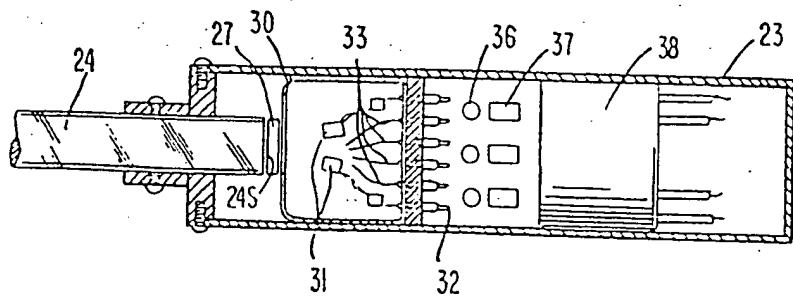


Fig. 2



030009/0631

2927260

-22-

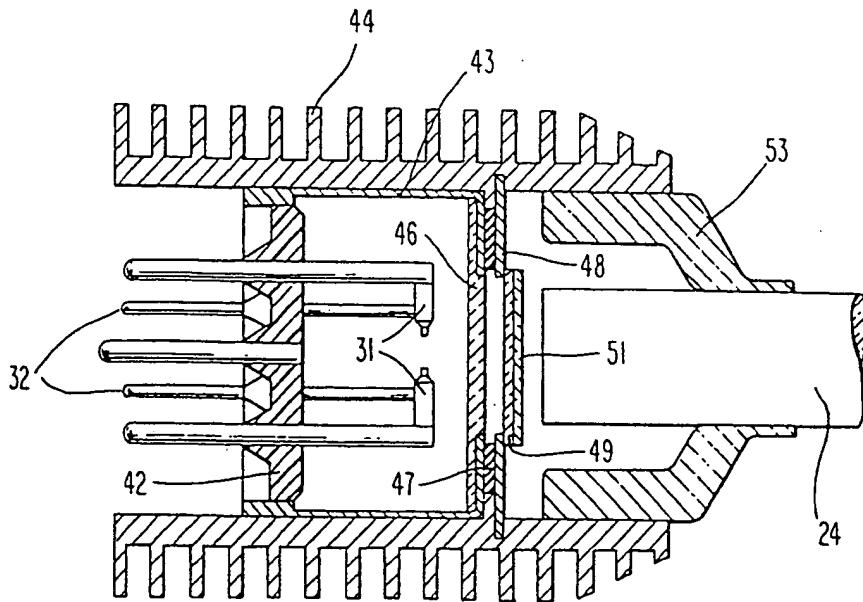


Fig. 3

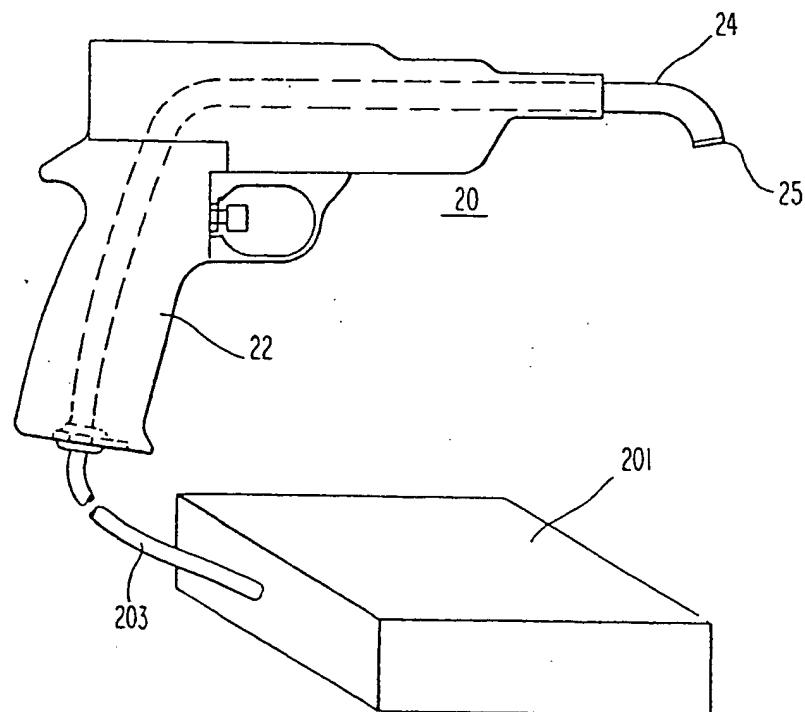


Fig. 4

030009 / 0631